



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 198 23 511 C 2

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 01 F 5/04**  
B 01 F 3/06

②① Aktenzeichen: 198 23 511.9-23  
②② Anmeldetag: 26. 5. 1998  
④③ Offenlegungstag: 2. 12. 1999  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 24. 1. 2002



DE 198 23 511 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 80336  
München

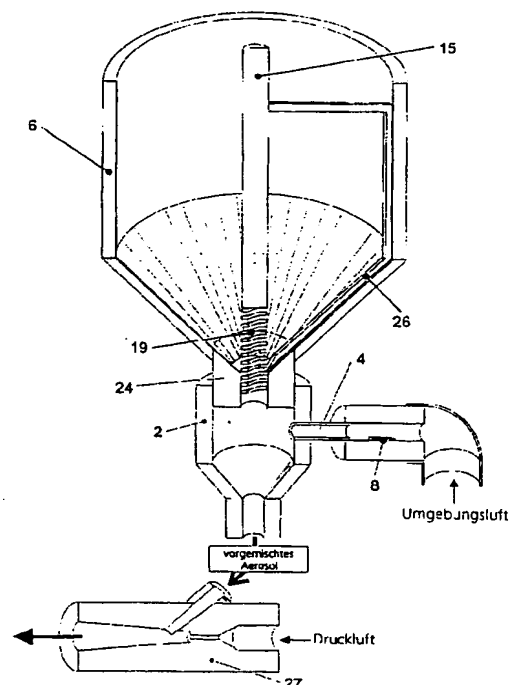
⑦② Erfinder:  
Lingemann, Rainer, Dipl.-Ing., 31311 Uetze, DE; Ott,  
Wolfgang, 30171 Hannover, DE; Pohlmann,  
Gerhard, Dr., 31715 Meerbeck, DE; Windt, Horst,  
Dipl.-Ing., 30938 Burgwedel, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	195 00 726 C2
DE	30 49 517 A1
US	44 30 001
JP	59-2 25 728 A
JP	59-2 16 616 A

⑤④ Vorrichtung zur Erzeugung eines Aerosols

⑤⑦ Vorrichtung zur Erzeugung eines Aerosols, das einen  
definiert vorgebbaren Anteil an pulverförmigem und/  
oder faserförmigem Feststoff in Luft enthält, mit einem  
den Feststoff aufnehmenden zumindest teilweise trichter-  
förmigen Vorratsbehälter (6), mit einer drehbar getriebe-  
nen Dosierschnecke (19) in dem Vorratsbehälter (6), die in  
einer zwischen dem Vorratsbehälter (6) und einem Trich-  
ter (2) angeordneten Führung (24) teilweise geführt, ange-  
ordnet ist und mit einem Ejektor (27), der mit dem Trichter  
(2) verbunden ist, der mit Druckluft betrieben ist und aus  
dem das Aerosol austritt.



DE 198 23 511 C 2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Aerosols, das einen definiert vorgebbaren Anteil an pulverförmigem oder faserförmigem Feststoff in Luft enthält mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Dabei können mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung relativ variabel Massenströme solcher Feststoffe in das Aerosol zudosiert werden, wobei auch sehr geringe Massenströme im Bereich von einigen mg/h mit großer Dosiergenauigkeit zudosiert werden können. Einsatzgebiete der Erfindung sind z. B. Anlagen zur Erzeugung von Feststoffaerosolen (Umwelttechnik, Medizintechnik), jedoch keine großtechnischen Anlagen.

[0002] Aus der DE 195 00 726 C2 ist eine Vorrichtung zur Dosierung kleinster Pulvermengen zur Erzeugung eines Aerosols bekannt.

[0003] Bei dieser Lösung treten insbesondere bei der Dosiergenauigkeit und bei der Förderung und Dosierung faserförmiger Feststoffe Probleme dahingehend auf, daß diese chemisch bzw. physikalisch in unerwünschter Form beeinträchtigt werden. Die Feststoffe können in Lösung gehen, es kann ein unerwünschter Materialabtrieb, eine Komprimierung bzw. eine Größenverteilungsänderung auftreten, wenn beispielsweise Bürstengeneratoren mit rotierenden Bürsten oder andere mechanisch wirkende Dosierelemente verwendet werden.

[0004] Ein weiteres Problem, das insbesondere bei der Zudosierung von faserförmigen Stoffen berücksichtigt werden muß, ist die elektrische Aufladung, die zum Anhaften oder Verklumpen führen kann, so daß die Dosiergenauigkeit abnimmt bzw. eine inhomogene Verteilung in dispergierter Form im Aerosol auftritt.

[0005] Aus der DE 30 49 517 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung einer feinkörnigen Kohle in Luft bekannt. Weitere Vorrichtungen zur Erzeugung von Aerosolen sind aus der US 4 430 001, JP 59-216 616 A, sowie der JP 59-225 728 A bekannt.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Erzeugung von Aerosolen vorzuschlagen, mit denen Aerosole erhalten werden, in denen definiert vorgebbare Anteile an pulver- und/oder faserförmigen Feststoffen mit hoher Konzentrationsgenauigkeit enthalten sind.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungsformen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich bei Nutzung der in den untergeordneten Ansprüchen enthaltenen Merkmale.

[0009] Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einem Vorratsbehälter, in die dem Aerosol zuzuführenden Feststoffe aufgenommen sind und einer drehbar angetriebenen Dosierschnecke, die zumindest teilweise in eine Führung mündet, in der sie auch teilgeführt ist. Die Führung und die Dosierschnecke müssen in ihren äußeren bzw. inneren Abmessungen so aufeinander abgestimmt sein, daß eine Förderung der Feststoffe mittels der Dosierschnecke nahezu ausschließlich über die in der Dosierschnecke enthaltenen Nut erfolgen kann.

[0010] Die Führung mündet dann in einen zweiten Trichter, aus dem die geförderte Feststoffmenge über eine Verbindungsleitung zu einem Ejektor infolge der Druckdifferenz gefördert und mit der durch den Ejektor gepreßten Druckluft in dieser dispergiert und das Aerosol gebildet wird.

[0011] Der Anteil der im Aerosol enthaltenen Feststoffe kann nicht nur mit dem Ejektor bzw. durch Steuerung des Druckes der Druckluft beeinflusst werden, sondern es ist mit der Erfindung besonders günstig, den Massenstrom der zu fördernden Feststoffe durch Beeinflussung der Drehzahl der

Dosierschnecke zu beeinflussen.

[0012] Soll die Fördermenge des Feststoffes in einem größeren Bereich verändert werden, kann die entsprechende Fördermenge z. B. durch einfachen Austausch der Dosierschnecke mit einer anderen Dosierschnecke, die eine andere Steigung der Nut bzw. eine andere Nutenbreite aufweist, erreicht werden oder gegebenenfalls eine im Durchmesser veränderte Dosierschnecke mit einer entsprechenden Führung eingesetzt werden.

[0013] Der Austausch der Dosierschnecke kann gegebenenfalls entfallen, wenn eine Dosierschnecke verwendet wird, die in bezug zu ihrer Längsrichtung eine unterschiedliche Nutenbreite und/oder eine unterschiedliche Steigung der Nut aufweist. Die Beeinflussung der verschiedenen Fördermengen kann mit einer solchen Dosierschnecke erreicht werden, wenn diese entlang ihrer Längsachse verschoben und in gewünschten Positionen gehalten werden kann. Dadurch eröffnet sich die Möglichkeit, daß diese Dosierschnecke unterschiedlich tief in die Führung hineinragen kann und für die Förderung unterschiedlich gestaltete Bereiche der Dosierschnecke genutzt werden, je nachdem, welcher Teil der Dosierschnecke in der Führung wirksam werden kann. Für die Bewegung der Dosierschnecke entlang der Längsachse kann ein herkömmlich bekannter Axialantrieb mit einer elektronischen Steuerung bzw. Regelung Verwendung finden.

[0014] Insbesondere bei der Zudosierung von faserförmigen Feststoffen in das Aerosol ist es günstig, die innere Mantelfläche des Vorratsbehälters und dort zumindest den trichterförmigen Teil, der in Richtung auf die bereits näher bezeichnete Führung ausläuft, an der Oberfläche zu modifizieren. Hierfür kann eine Oberflächenbehandlung bzw. eine entsprechende Beschichtung durchgeführt werden, die reibberhöhend und/oder einer elektrostatischen Aufladung entgegenwirkend ist. Beschichtungen können z. B. auch aus einem PTFE-Material sein.

[0015] Eine andere Möglichkeit, die alternativ oder in Kombination dazu erfolgen kann, ist die Ausbildung von in Richtung auf die Führung zulaufenden Nuten, die zumindest im trichterförmigen Teil des Vorratsbehälters ausgebildet sind.

[0016] Mit der Erfindung ist es außerdem möglich, wie dies auch nachfolgend an Ausführungsbeispielen näher erläutert werden soll, vor dem eigentlichen Dispergieren des Aerosols im Ejektor Möglichkeiten zu schaffen, um Zusatzluft zuzuführen, die gegebenenfalls ionisiert, nachbefeuchtet oder elektrisch entladen werden kann. Außerdem kann auch eine teilweise Aerosolrückführung eingesetzt werden.

[0017] Mit der Erfindung kann eine sehr schonende Dosierung, von insbesondere faserförmigen Feststoffen in das Aerosol erreicht werden, ohne daß chemische oder physikalische Beeinträchtigungen auftreten.

[0018] Mit der Verwendung der bereits erwähnten Aerosolrückführung kann eine Mehrfachdispergierung des zuzudosierenden Feststoffes erreicht werden.

[0019] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine minimale elektrische Aufladung beachtlich, da möglichst wenig Flächen im Kontakt mit den Feststoffen stehen und dem entgegenwirkende Zusatzmaßnahmen relativ einfach möglich sind.

[0020] Wie bereits erwähnt, kann die Fördermenge mit verschiedenen Möglichkeiten durch Steuerung/Regelung sehr exakt eingestellt werden, wobei z. B. für faserförmige Feststoffe Massenströme zwischen 2 g/h und 10 mg/h eingestellt und eingehalten werden können.

[0021] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist außerdem sehr einfach aufgebaut, so daß ein geringer Konstruktions-, Montage- und Kostenaufwand erreicht worden ist, wobei

ein weitestgehend wartungsfreier Betrieb möglich ist.

[0022] Der Vorratsbehälter kann einfach, sauber und gefahrlos be- bzw. nachgefüllt werden, da durch die sich in der Vorrichtung einstellenden Druckverhältnisse gesichert ist, daß im Vorratsbehälter ein Druck unterhalb des Umgebungsdrucks auftritt.

[0023] Außer dem Nachfüllen, was bei den sehr kleinen Fördermengen relativ selten erforderlich ist, kann die Vorrichtung im Dauerbetrieb eingesetzt werden, ohne daß eine manuelle Überwachung erforderlich ist.

[0024] Nachfolgend soll die Erfindung an Ausführungsbeispielen näher beschrieben werden.

[0025] Dabei zeigen:

[0026] Fig. 1 Schnittdarstellungen von Einzelkomponenten, die bei einem Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung Verwendung finden können;

[0027] Fig. 2 den schematischen Aufbau eines Beispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

[0028] Fig. 3 ein weiteres Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Zusatzluftzuführung;

[0029] Fig. 4 ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Aerosolrückführung und

[0030] Fig. 5 eine Schnittdarstellung eines Beispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0031] In der Fig. 1 sind einige Komponenten dargestellt, die bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung verwendet werden können. Dabei ist einmal ein Vorratsbehälter 6 dargestellt, in dem die zu fördernden pulverförmigen bzw. faserförmigen Feststoffe aufgenommen werden können. Durch diesen Vorratsbehälter 6 ist eine Antriebswelle 15 geführt, an deren unteren Ende die Dosierschnecke 19 gehalten ist. Der Vorratsbehälter 6 ist in seinem unteren Teil trichterförmig ausgebildet, wobei bei dem Trichter ein Neigungswinkel zwischen 40 und 60°, bevorzugt 50° eingehalten werden sollte, so daß die im Vorratsbehälter 6 aufgenommenen Feststoffe allein durch Schwerkrafteinfluß in Richtung auf die Dosierschnecke 19 bewegbar sind.

[0032] Am unteren trichterförmigen Ende des Vorratsbehälters 6 ist eine Führung 24, in deren Inneren ein zylinderförmiger Teil ausgebildet ist, vorhanden, in den die Dosierschnecke 19 hineinragt und bei Drehung der Antriebswelle 15 und demzufolge auch der Dosierschnecke 19 die Feststoffe dosiert in den nachfolgend angeordneten Trichter 2 gefördert werden. Der Trichter 2 ist über eine bei diesem Beispiel nicht gezeigte Verbindungsleitung 1 mit einem Ejektor 27 verbunden, durch den Druckluft gepreßt und die geförderten Feststoffe durch den Ejektor 27 angesaugt und im Nachgang dazu, das dispergierte Aerosol mit dem entsprechend der Fördermenge vorbestimmten Feststoffanteil erhalten werden kann.

[0033] In der Fig. 1 ist außerdem eine zusätzliche Luftzuführung 4 in den Trichter 2 dargestellt, durch die bei diesem Beispiel Umgebungsluft in den Trichter 2 gelangen kann und dort bereits ein vorgemischtes Aerosol erhalten werden kann, das dann letztendlich mit dem Ejektor 27 vollständig dispergiert werden kann.

[0034] Bei diesem Beispiel ist in der Luftzuführung 4 außerdem eine Entladungsquelle 8 angeordnet, die beispielsweise Nickel 63 sein kann, um die zugeführte Luft elektrisch zu laden und dadurch eine Minderung der Ladung des Aerosols zu erreichen.

[0035] In der Fig. 2 ist eine sehr einfach aufgebaute erfindungsgemäße Vorrichtung schematisch dargestellt. Dabei ist oberhalb des Vorratsbehälters 6 ein Antrieb, der aus einem Elektromotor mit einem Getriebe besteht oder der ein fluidbetriebener Antrieb sein kann, dargestellt. Über eine Antriebswelle, die durch den Vorratsbehälter 6 geführt ist, wird die hier nicht erkennbare Dosierschnecke 19 gedreht und die

Feststoffe aus dem Vorratsbehälter 6 in den Trichter 2 und infolge der Druckdifferenz über die Leitung 1 zum Ejektor 27 gefördert, bei dem Druckluft als Fördermedium verwendet wird.

[0036] Das in der Fig. 3 gezeigte Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist im Gegensatz zu dem in der Fig. 2 gezeigten Beispiel durch eine Zusatzluftzuführung 4 in den Trichter 2 ergänzt worden. Vor dem Eintritt der zusätzlichen Luft in den Trichter 2 ist bei diesem Beispiel eine Ionisationsquelle 5 angeordnet, um ebenfalls das Dispersionsverhalten verbessern zu können.

[0037] Mit der Ionisationsquelle 5 besteht die Möglichkeit, ein elektrisch entladenes Aerosol aus dem Ejektor 27 zu erhalten.

[0038] Anstelle der Ionisationsquelle 5 kann aber auch ein nicht dargestellter Luftbefeuchter alternativ oder zusätzlich in die Zuluftleitung 4 geschaltet werden.

[0039] Das in der Fig. 4 gezeigte Beispiel verwendet anstelle der Zusatzluftzuführung 4 eine Aerosolrückführung 9 in den Trichter 2, so daß eine Mehrfachdispergierung erreicht werden kann. Bei dem hier gezeigten Beispiel tritt das Aerosol aus dem Ejektor 27 in eine Mischbox 10 ein, wobei ein Teil des erhaltenen Aerosols abgeführt und ein weiterer Teil über die Aerosolrückführung 9 in den Trichter 2 zurückgeführt wird.

[0040] In der Mischbox 10 ist ein virtueller Impaktor 12 angeordnet, in den der aus dem Ejektor 27 austretende Aerosolstrahl gerichtet ist und in den der Eintritt der Aerosolrückführung 9 mündet.

[0041] Mit einem virtuellen Impaktor 12 läßt sich über geeignete Strömungsführung eine Trennung zwischen dispergierten und nicht vollständig dispergiertem Material erreichen. Dabei bleiben beide Fraktionen luftgetragen. Die unvollständig dispergierte Fraktion wird zwecks Nachbehandlung wieder zurückgeführt. Durch entsprechende Auslegung des virtuellen Impaktors 12 kann der Durchmesser des Trennkornes eingestellt werden.

[0042] In der Fig. 5 ist eine vollständige Schnittdarstellung eines Beispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung entsprechend Fig. 2 dargestellt. Dabei wird der Antrieb 11, der aus einem Elektromotor mit Getriebe besteht, über eine Kupplung 14 mit der Antriebswelle 15 für die Dosierschnecke 19 verbunden. Die Dosierschnecke 19 ist bei diesem Beispiel ein Austauschteil und kann von der Antriebswelle 15 gelöst und durch eine andere Dosierschnecke 19 ersetzt werden.

[0043] Der Vorratsbehälter 6 ist mit dem Deckel 7 verschlossen, durch den die Antriebswelle 15 mittig geführt werden kann. An dem Deckel 7 ist eine transparente Abdeckung 16 vorhanden, um von außen den Füllstand im Vorratsbehälter 6 überwachen zu können. An der Antriebswelle 15 ist weiter ein mechanischer Rührer 26 befestigt, der auch in der Fig. 1 dargestellt worden ist. Der Rührer 26 sollte so dimensioniert und geformt sein, daß er zumindest im zylinderförmigen unteren Teil des Vorratsbehälters 6, der Innenkontur angepaßt ist, wobei ein geringes Spiel zwischen der inneren Mantelfläche und dem Rührer 26 eingehalten werden soll, um mechanischen Verschleiß und mechanische Beschädigungen des jeweiligen Feststoffes zu verhindern.

[0044] Im Anschluß an den trichterförmigen Teil des Vorratsbehälters 6 ist eine Führung 24 angeflanscht, durch die ein Teil der Dosierschnecke 19 geführt ist.

[0045] Vorteilhaft ist diese Führung 24 ebenfalls ein Austauschteil, das bei Verschleiß oder veränderten Dosierschneckenaußendurchmesser gewechselt werden kann.

[0046] Im Anschluß an die Führung 24 ist der Trichter 2 angeordnet, der in die Zuführung 1 zum Ejektor 27 (hier nicht dargestellt) ausläuft.

[0047] Am Trichter 2 kann eine Öffnung vorhanden sein, an die, wie dies mit dem Pfeil angedeutet worden ist, entweder eine Zusatzluftzuführung 4 oder eine Aerosolrückführung 9 angeflanscht werden kann.

[0048] Außerdem sind in den Fig. 1 und 5 nutenförmige Einschnitte im trichterförmigen Teil des Vorratsbehälters 6 erkennbar, die in Richtung auf die Führung 24 zulaufend, an der inneren Mantelfläche des Vorratsbehälters 6 ausgebildet sind. Diese nutenförmigen Einschnitte können eine Breite von 0,5 bis 2 mm, bei einer Tiefe von 0,1 bis 0,5 mm aufweisen.

[0049] Der kegelförmige Bereich des Trichters 2 sollte einen Neigungswinkel zwischen 30 und 50°, bevorzugt von 40° aufweisen.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung eines Aerosols, das einen definiert vorgebbaren Anteil an pulverförmigem und/oder faserförmigem Feststoff in Luft enthält, mit einem den Feststoff aufnehmenden zumindest teilweise trichterförmigen Vorratsbehälter (6), mit einer drehbar getriebenen Dosierschnecke (19) in dem Vorratsbehälter (6), die in einer zwischen dem Vorratsbehälter (6) und einem Trichter (2) angeordneten Führung (24) teilweise geführt, angeordnet ist und mit einem Ejektor (27), der mit dem Trichter (2) verbunden ist, der mit Druckluft betrieben ist und aus dem das Aerosol austritt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der trichterförmige Teil des Vorratsbehälters (6) an seiner Oberfläche reibungserhöhend und/oder antistatisch wirkend behandelt und/oder beschichtet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der trichterförmige Teil des Vorratsbehälters (6) in Richtung auf die Führung (24) zulaufende nutenförmige Einschnitte aufweist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß am Trichter (2) eine zusätzliche Luftzuführung (4) vorhanden ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ionisationsquelle (5) vor der Luftzuführung (4) und/oder dem Ejektor (27) angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß vom Ejektor (27) zum Trichter (2) eine Aerosolrückführung (9) vorhanden ist, mit der ein Teil des erzeugten Aerosols in den Trichter (2) rückführbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Aerosolrückführung (9) aus einer Mischbox (10) zum Trichter (2) geführt ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in der Mischbox (10) ein Impaktor (12) aufgenommen ist, aus dem ein Teil des Aerosols über die Aerosolrückführung (9) zum Trichter (2) rückführbar ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosierschnecke (19) austauschbar ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosierschnecke (19) entlang ihrer Längsachse unterschiedliche Nutenbreiten und/oder Steigungen der Nut aufweist und in Richtung der Längsachse in verschiedenen Stellungen mit einem Antrieb in die Führung (24) einführbar und gehalten ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl der Dosierschnecke (19) mit einer Steuerung/Regelung des Antriebes (11) einstellbar ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Antrieb (11, 15) der Dosierschnecke (19) ein mechanischer Rührer (26) im Vorratsbehälter (6) verbunden ist.

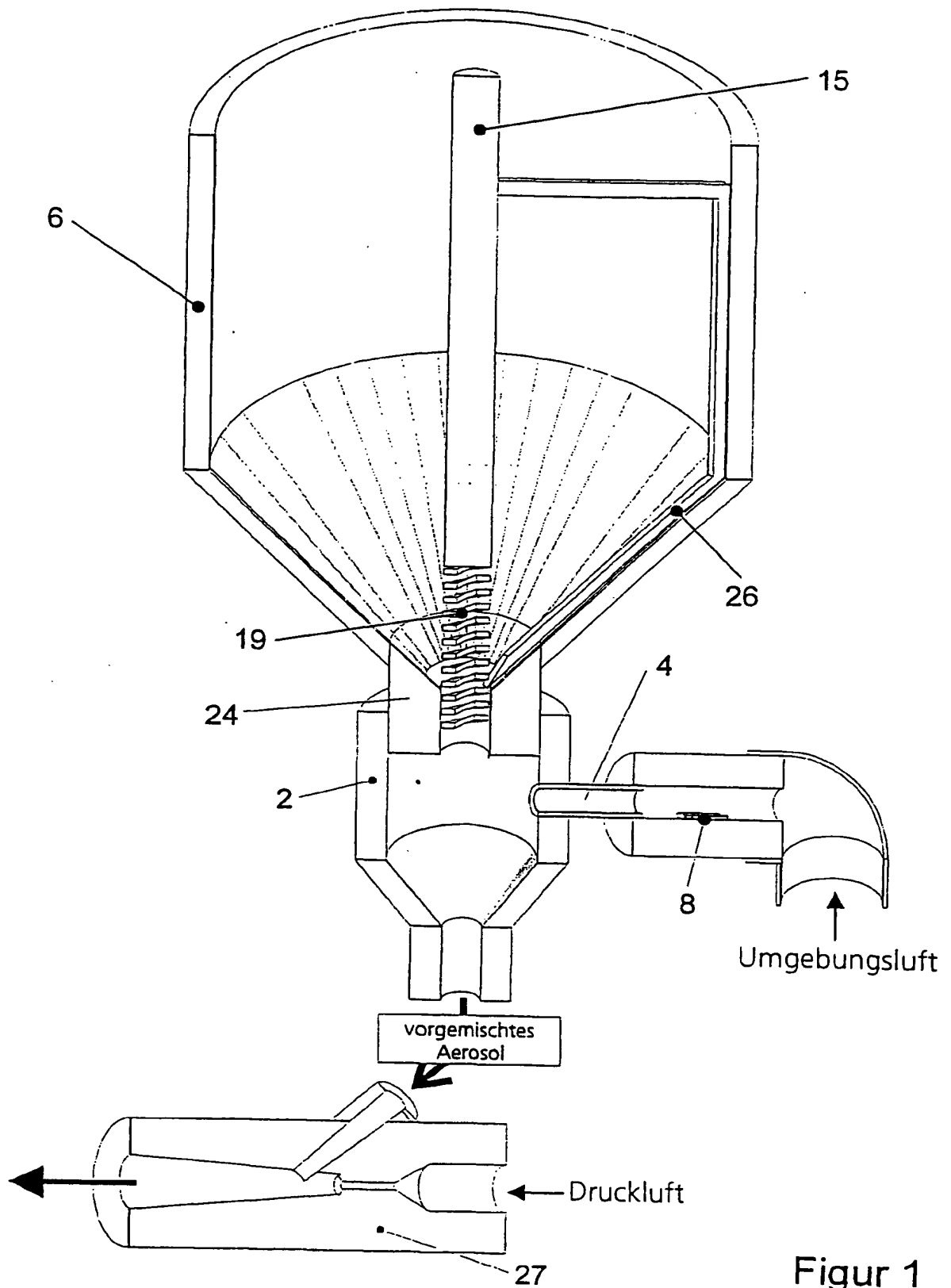
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Rührer (26) so geformt ist, daß er der Innenkontur des Vorratsbehälters (6) spielbhaftet angepaßt ist.

---

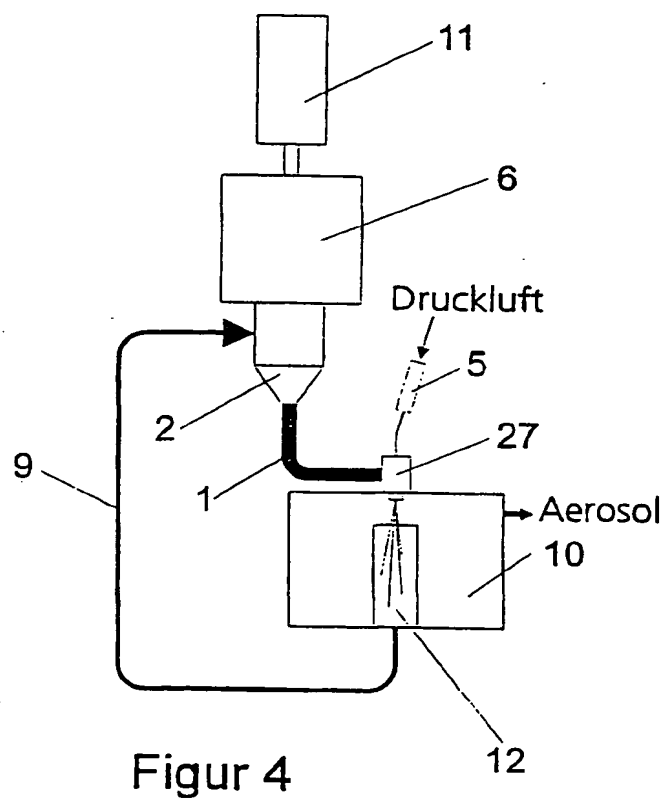
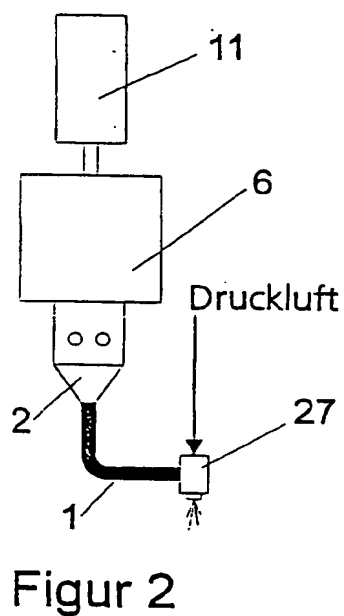
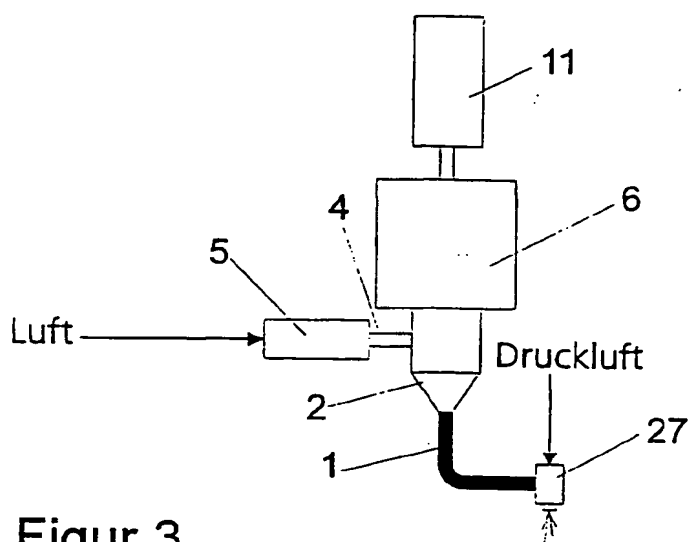
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

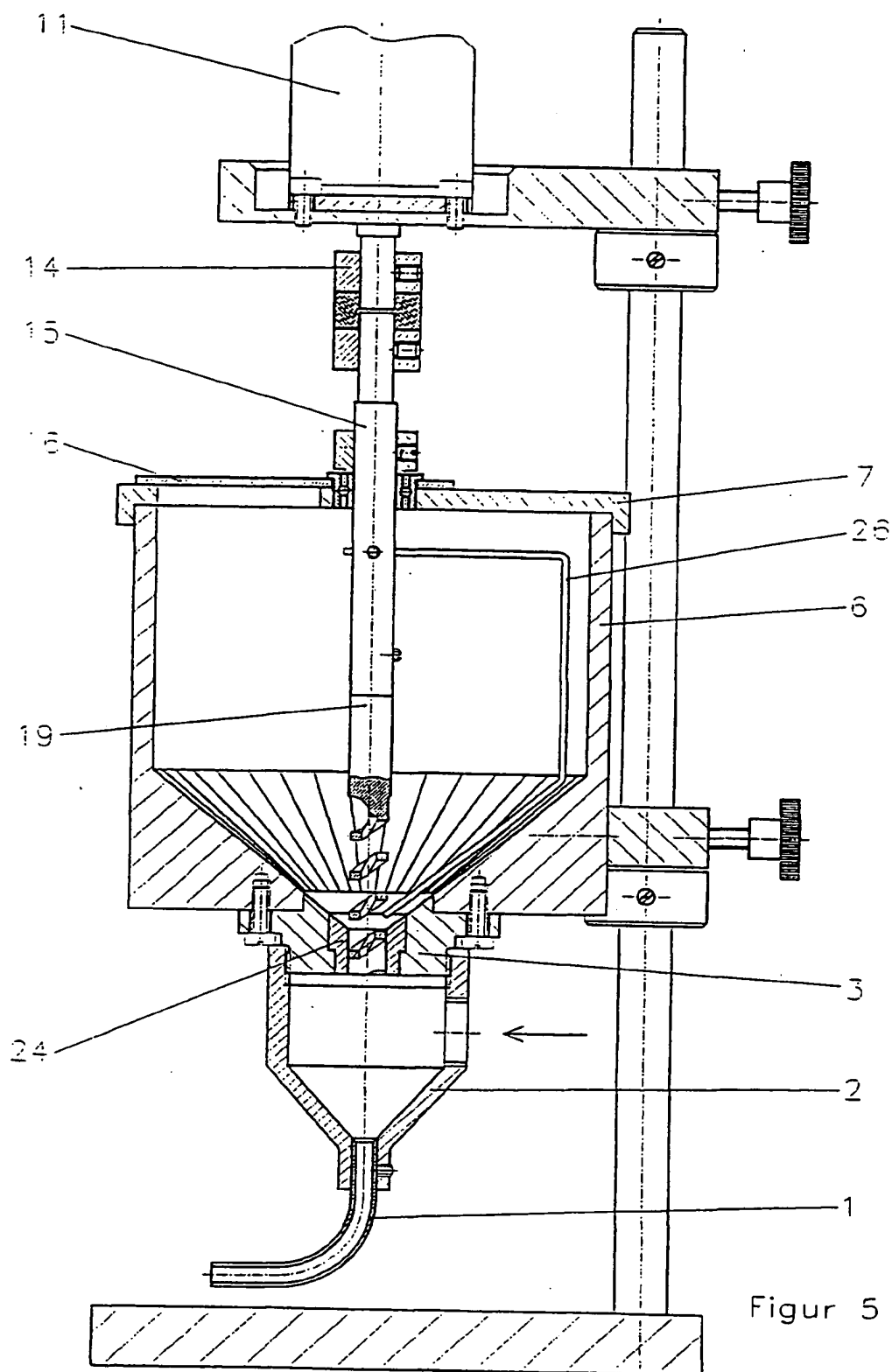
---

- Leerseite -



Figur 1





Figur 5